

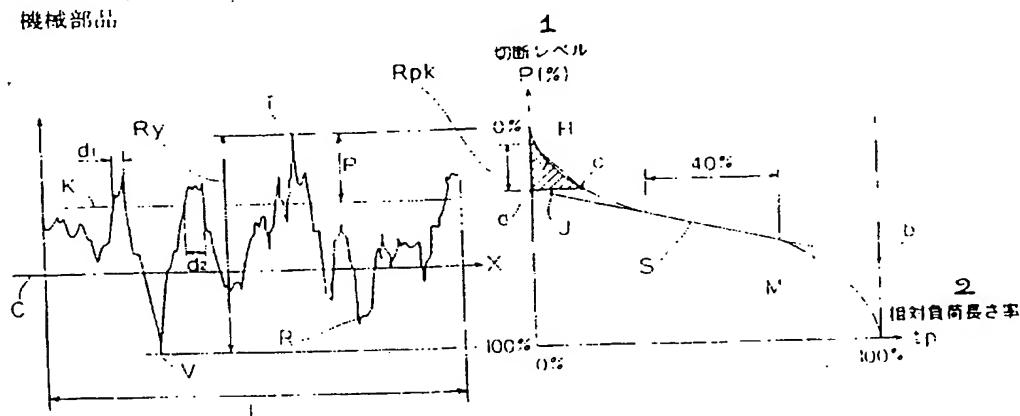
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 F16H 53/06	A1	(11) 国際公開番号 WO97/19279
		(43) 国際公開日 1997年5月29日(29.05.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03391		(81) 指定国 JP, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) 国際出願日 1996年11月20日(20.11.96)		添付公開書類 国際調査報告書
(30) 優先権データ 特願平7/302764 特願平7/302766	JP JP	1995年11月21日(21.11.95) 1995年11月21日(21.11.95)
(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) 光洋精工株式会社(KOYO SEIKO CO., LTD.)(JP/JP) 〒542 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 Osaka, (JP)		
(72) 発明者: および (75) 発明者: 出願人(米国についてのみ) 佐田 隆(SADA, Takashi)(JP/JP) 〒542 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号 光洋精工株式会社内 Osaka, (JP)		
(74) 代理人 代理士 亀井弘勝(KAMEI, Hirokatsu) 〒541 大阪府大阪市中央区南本町4丁目5番20号 金融会館・住友ビル12F あい特許事務所 Osaka, (JP)		

(54) Title: MECHANICAL PART

(54) 発明の名称 機械部品



(57) Abstract

A mechanical part having a rolling contact surface (11a) with many isolated minute recesses. A maximum height  $R_y$  of a roughness curve  $R$  obtained by cutting this contact surface (11a) with a plane perpendicular thereto is 1-3  $\mu\text{m}$ . An attenuation peak height  $R_{pk}$  obtained on the basis of a load curve  $M$  obtained from the roughness curve  $R$  has relation of  $R_{pk}/R_y \leq 0.1$  with respect to the maximum peak height  $R_y$ . This indicates that the contact surface has minute recesses of a low distribution and a large depth, and that the portion of the contact surface layer which is close to the upper surface thereof is comparatively smooth. This smooth portion close to the upper surface enables a sufficiently wide contact surface area to be secured, and oil reservoirs of sufficiently large capacity to be formed owing to the minute recesses of a low distribution and a large depth.

(57) 要約

本機械部品は、多数の互いに独立した微小くぼみを有する転かり接触面(11a)を有する。上記接触面(11a)に垂直な平面で上記接触面(11a)を切断して得られる粗さ曲線(R)の最大高さ(R<sub>y</sub>)が1~3 μmである。粗さ曲線Rから得られる負荷曲線Mに基づいて得られる減衰山高さR<sub>Px</sub>が、上記最大山高さR<sub>y</sub>との間に、R<sub>Px</sub>/R<sub>y</sub> ≤ 0.1の関係を満たす。この場合、接触面は、分布は少ないが深い微小くぼみを有していて表面近くは比較的平滑であることになる。この表面近くの平滑な部分によって、十分な広さの接触面積が確保され、且つ分布は少ないが深い微小くぼみによって十分な量の油溜まりが形成される。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	EE	エストニア	LR	リベリア	RU	ロシア連邦
AM	アルメニア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スー丹
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
AU	オーストラリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SI	シロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SK	スロバキア共和国
BB	バルバドス	GB	イギリス	MC	モナコ	SZ	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	スウェーデン
BF	ブルガニア・ファソ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TD	チャード
BG	ブルガリア	GN	ギニニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	V	ヴィエトナム	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	ML	マリ	TM	トルコメニスタン
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MN	モンゴル	TR	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IS	アイスランド	MR	モーリタニア	TT	トリニティ・トバゴ
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリー	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	JP	日本	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CH	スイス	KE	ケニア	NE	ニジエール	UZ	米国
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NL	オランダ	VN	ウズベキスタン共和国
CM	カメルーン	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NO	ノルウェー	YU	ギリコトナム
CN	中国	KR	大韓民国	NZ	ニュージーランド		ユーゴスラビア
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	L	リヒテンシュタイン	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	LK	スリランカ	RO	ルーマニア		

## 明細書

## 機械部品

## &lt;技術分野&gt;

本発明は、対向する他の部品に対して転がり接触および滑り接触の少なくとも一方の状態となる接触面を有する機械部品に関する。

## &lt;背景技術&gt;

主に転がり接触する（すなわち、転がり接触のみするか或いはすべりを伴って転がり接触する）接触面を有する機械部品として、転がり軸受の軌道輪や転動体の他、カムフォロワ用のローラがある。上記の転動体としては、機械の回転軸に組み込まれて当該回転軸と直接接触するギアインナー軸受の転動体がある。

一方、すべり接触のみする接触面を有する機械部品として、例えば、ころの端面に押圧されつつすべり接触するスラストワッシャがある。

上記のカムフォロワとして、自動車のエンジン等の動弁機構に使用されるものがある。この動弁機構は、エンジンのクランク軸の回転にともなって回転するカム軸と、このカム軸の回転を上下動に変換してポペット弁に伝達する機構とで構成されており、伝達機構の違いによってロッカーアーム型、スイングアーム型、ダイレクト型等の種類がある。

上記動弁機構においては、従来、カム軸のカムと、当該カムの外周面にすべり接触させたカムフォロワとによって、カム軸の回転を上下動に変換していたが、近年、カム軸の回転負荷軽減のために、上記カムフォロワにローラ（カムフォロワ用ローラ）を回転自在に取付け、このカムフォロワ用ローラの外輪を、カム軸のカムの外周面に転がり接触させた構造のものが多くなりつつある。

ところが、たとえばOHC型やDOHC型のエンジンにおいては、カム軸がエンジンケーシングの上方に位置するため、潤滑油の供給が不十分になる傾向があり、且つ、カムの外周面が、たとえば転がり軸受の軌道輪の軌道面や転動体の外周面のようにきれいに表面仕上げされておらず、表面粗さが大きいために、カムフォロワ用ローラの外周面に十分な潤滑油膜が形成されない。

このため、カムフォロワ用ローラの、カムに対する転がり接触面に、いわゆるピーリングと呼ばれる損傷が発生して、当該外輪の寿命を著しく縮めるという問

題がある。

これに対して転がり接触面に、微小なくぼみを形成してこれらを油溜まりとして、この油溜まりからの油供給によって転がり接触面に油膜を形成することが提案されており（例えば、特開平3-172608号公報参照。）、この技術をカムフォロワ用ローラ等の機械部品に転用することが考えられる。

しかしながら、微小くぼみの形成態様によっては、十分な耐久性が得られない場合があった。

この発明の目的は、転がり接触またはすべり接触する接触面に微小くぼみを形成したものにおいて、安定した油膜形成能力を有する、長寿命の機械部品を提供することにある。

#### 〈発明の開示〉

上記目的を達成するため、本発明の一態様では、対向する他の部品に対して転がり接触及びすべり接触の少なくとも一方の状態となる接触面を有する機械部品において、上記接触面に互いに独立した多数の微小くぼみが形成され、上記接触面に垂直な平面で上記接触面を切断して得られる粗さ曲線から、基準長さだけ抜き取られた部分における最大高さ  $R_y$  が  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  であり、上記抜き取られた部分に関する負荷曲線に基づいて得られる減衰山高さ  $R_{pk}$  が、上記最大山高さ  $R_y$  との間に、 $R_{pk}/R_y \leq 0.1$  の関係を満たすことを特徴とするものである。

本態様では下記の作用を奏する。すなわち、一定量 ( $1 \sim 3 \mu\text{m}$ ) の最大高さ  $R_y$  を有し且つ  $R_{pk}/R_y \leq 0.1$  という条件を満たす接触面は、分布は少ないが深い微小くぼみを有していて表面近くは比較的平滑であることになる。したがって、上記滑らかな表面部分によって、十分な広さの接触面積が確保され、且つ分布は少ないが深い微小くぼみによって十分な量の油溜まりを形成することができる。また、 $R_{pk}/R_y$  は  $0.05$  以下であることが好ましい。

また、最大高さ  $R_y$  および  $R_{pk}/R_y$  の値に関する上記の条件は、転がり接触面であれば転がり方向に沿って抽出された粗さ曲線がこの条件を満たしていれば好ましく、また、すべり接触面であれば、すべり方向に沿って抽出された粗さ曲線がこの条件を満たしていれば好ましい。

本発明の好ましい態様では、上記接触面の全面積に対して、上記微小くぼみの

開口面積が占める面積比率は、5～20%である。

この範囲に限定したのは下記の理由による。即ち、上記面積比率が5%未満では、微小くぼみが少ないため、潤滑油膜の形成能力が低下してしまう。逆に、上記面積比率が20%を超えた場合には、微小くぼみが拡大しやすく、それに伴って亀裂が発生したり、あるいは転がり時の振動や音を増大させたり、相手物体に損傷を及ぼしたりするおそれがある。特に、上記面積比率は、5～10%であれば、より好ましい。10%以下であれば、微小くぼみが拡大する傾向をより抑制できるからである。

本発明の好ましい態様では、浸炭窒化処理された高炭素鋼系材料からなり、上記接触面に表面処理が施されている。高炭素鋼系材料としては、例えば軸受鋼がある。上記表面処理は、接触面を粗くするためのショットブラストと、ショットブラスト処理により粗くされた接触面の粗さを整えるバーレル仕上げとを含んでいれば好ましい。

#### 〈図面の簡単な説明〉

15 図1Aは本発明の機械部品の一実施形態としてのカムフォロワ用ローラの外輪の転がり接触面の粗さ曲線を示すグラフ図であり、図1Bは粗さ曲線から得られる負荷曲線を表すグラフ図である。

図2は図1Aの要部拡大図である。

図3はカムフォロワ用ローラの斜視図である。

20 図4はカムフォロワ用ローラが組み込まれた、エンジンの動弁機構を示す部分切り欠き正面図である。

図5は耐久性試験の装置の主要部分の概略図である。

#### 〈発明を実施するための最良の形態〉

以下に、本発明の機械部品の一実施形態を、エンジンの動弁機構に組み込まれるカムフォロワ用ローラの外輪に則して説明する。

図3に示すように、本カムフォロワ用ローラ1は、外輪11および軸12と、上記両者の間に転動可能に配置された複数のころ13とからなる。

上記外輪11、軸12およびころ13は、いずれも軸受鋼SUJ2 (JIS-G 4805、高炭素クロム鋼鋼材) 等の高炭素鋼系材料にて形成されており、そ

のうち外輪 11 の外周面である転がり接触面 11 a には、多数の互いに独立した微小くぼみが形成されている。

図 1 A、図 1 B および図 2 を参照して、転がり接触面 11 a から抽出された粗さ曲線 R の最大高さ  $R_y$  が  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  であり、減衰山高さ  $R_{pk}$  と最大高さ  $R_y$  の比  $R_{pk}/R_y$  が 0.1 以下となるように、より好ましくは 0.05 以下となるように設定されている。また、転がり接触面 11 a の全面積に対して上記微小くぼみの開口面積が占める割合、すなわち面積比率は、5 ~ 20 % になるように、好ましくは 5 ~ 10 % になるように設定されている。後述するように、本願発明者は、粗さ曲線 R において最大高さ  $R_y$  が  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  であり、減衰山高さ  $R_{pk}$  と最大高さ  $R_y$  とに関して、 $R_{pk}/R_y \leq 0.1$  の関係が成立する場合に、ピーリング等の発生を抑えて耐久性を確実に向上することができるという知見を得た。

ここで、上記の最大高さ  $R_y$  は、転がり接触面 11 a に垂直な平面で上記接触面 11 a を切断して得られる粗さ曲線 R から基準長さ L だけ抜き取られた部分において、最低の谷底 V から最高の山頂 T までの高さである。

また、図 1 B は上記粗さ曲線 R における全ての切断レベル P と、その切断レベル P における負荷長さ率  $t_p$  との関係をグラフ化した負荷曲線 M を表している。上記負荷長さ率  $t_p$  は、平均線 C に平行で、且つ最高山頂 T から切断レベル P だけ下側にある直線 K で切断される表面の切断部分の長さ  $d_1, d_2, \dots$  の総和を、全長 L に対して百分率表示したものである。

換言すると、負荷曲線 M は、上記抜き取られた部分の平均線 C に平行な所定のレベルの直線で粗さ曲線 R を切断した場合に、その切り取る線分の長さ  $d_1, d_2, \dots$  の総和と上記基準長さ L との比で定義される負荷長さ率  $t_p$  を横軸とし、上記直線の切断レベル P を縦軸として表される。なお、平均線 C は、粗さ曲線 R (または断面曲線) までの偏差の自乗和が最小になるように設定した直線である。

25。

次いで、減衰山高さ  $R_{pk}$  について説明する。図 1 B の負荷曲線 M 上で負荷長さ率  $t_p$  値の方向に 40 % の幅をとり、この両端の高さの差が最小となる位置を探し、その 2 点を通る直線である最小傾斜線 S と、 $t_p = 0\%$  の限界線 (すなわち縦軸) との交点 a を求める。

次いで、図2を参照して、この交点aを通る水平線Jと負荷曲線Mとの交点をcとする。そして、0%限界線と辺a cと負荷曲線Mとで囲まれる部分の面積Hに等しい、この辺a cを一辺とする直角三角形をなすようなt<sub>0</sub> = 0%の限界線(縦軸)上の高さが減衰山高さR<sub>PK</sub>である。

5 転がり接触面11aが上記の特性を有するカムフォロワ用ローラ1の外輪11は、たとえば軸受鋼等の高炭素鋼系材料からなる未処理の外輪を浸炭窒化処理し、ついでその転がり接触面11aをショットblastによって粗化した後、バレル仕上げすることで製造される。そして上記外輪11か、同じく高炭素鋼系材料からなる軸12と、複数のころ13と組み合わされて、カムフォロワ用ローラ1が製造される。

上記外輪11の製造工程のうち、浸炭窒化処理としては、気相による浸炭窒化法と、液相による浸炭窒化法の何れを採用してもよい。前者の、気相による浸炭窒化法は、高炭素鋼系材料からなる未処理の外輪を、材料の変態点以上の温度に保持しつつ、NH<sub>3</sub>を導入したガス浸炭雰囲気にさらして処理するものである。

15 一方、後者の液相による浸炭窒化法は、未処理の外輪を、青化物の溶融浴中に浸漬して処理するものである。

上記浸炭窒化処理を施した後の外輪11は、その転がり接触面11aを、研磨処理した後、ショットblastによって粗化し、さらにバレル仕上げすることで、製品として完成する。ショットblastおよびバレル仕上げの条件等は、転がり接触面11aの表面粗さおよび微小くぼみの面積比率が前述した範囲となるように、適宜設定すればよい。上記の面積比率は公知の画像処理手法により測定できる。

本カムフォロワ用ローラ1は、たとえば第3図に示すように、自動車のエンジン等において、ポペット弁2を駆動するための動弁機構に組み込まれて使用され

25 る。

図の動弁機構はいわゆるスイングアーム型のもので、上記ポペット弁2と、カムフォロワ用ローラ1が組み込まれた、カムフォロワとしてのスイングアーム3と、カム4を備えたカム軸5と、復元ばね6とで構成されている。

上記のうちスイングアーム3は、その一端部に、図示しないアジャスタ支点が

嵌合される凹部 31 を有し、かつ他端部が、ポペット弁 2 を押圧する押圧部 32 になっている。またスイングアーム 3 の、上記両端部の中間には、カムフォロワ用ローラ 1 の外輪 11 の回転を妨げずに、当該カムフォロワ用ローラ 1 を組み込むための凹部 33 が形成されている。そして、上記凹部 33 内に軸 12 を固定す  
5 ることで、カムフォロワ用ローラ 1 がスイングアーム 3 に組み込まれている。

カム軸 5 のカム 4 は、その外周面が、上記スイングアーム 3 に組み込まれたカムフォロワ用ローラ 1 の外輪 11 の外周面である、前記転がり接触面 11a に転がり接触するカム面 7 となっている。

上記各部は、復元ばね 6 の、図中黒矢印で示す上方への押圧力によって、ポペ  
10 ット弁 2 の上端部がスイングアーム 3 の押圧部 32 に圧接され、かつカムフォロワ用ローラ 1 の外輪 11 の転がり接触面 11a が、カム 4 のカム面 7 と転がり接  
触した状態が維持されている。

上記各部からなる動弁機構においては、図中細線の矢印で示すようにカム軸 5 を回転させると、カム 4 のカム面 7 のうち、図中右下の突出部が、カムフォロワ用ローラ 1 を下方へ押圧し、それによってスイングアーム 3 が、凹部 31 に嵌合  
15 されるアジャスタ支点を中心として下方へ回動して、押圧部 32 が、図中白矢印で示すように、ポペット弁 2 を開方向へ押圧して、ポペット弁 2 が開かれる。

また、上記カム面 7 の突出部がカムフォロワ用ローラ 1 を通過した後は、復元ばね 6 の、前述した上方への押圧力によって、スイングアーム 3 が、前記アジャ  
20 スタ支点を中心として上方へ回動するとともに、ポペット弁 2 が閉方向へ押し戻されて閉じられる。

以上の繰り返しにより、カム軸 5 の回転にともなって、所定のタイミングでポペット弁 2 が開閉される。

なお、以上で説明したカムフォロワ用ローラ 1 は、第 2 図に示したスイングアーム型の動弁機構に組み込んで使用され、たが、このカムフォロワ用ローラは、前述したロッカーアーム型やダイレクト型等の、種々の動弁機構に組み込んで使用することができる。また、このカムフォロワ用ローラは、上記動弁機構以外の、種々の機構におけるカムフォロワに組み込んで使用することもできる。

また、本発明は、カムフォロワ用ローラの他、種々の転がり軸受の内輪、外輪

および転動体に適用することができる。例えば、円筒ころ軸受、円すいころ軸受および針状ころ軸受等のころ軸受の内輪、外輪およびころに適用することができる。特に、機械の回転軸に組み込まれて当該回転軸と直接接触するギアインナー軸受の転動体に好適に使用できる。

- 5 さらに、ギアやローラの端面とすべり接触する各種のスラストワッシャの他、ローラフォロワやカムフォロワのスラスト方向の位置決めをするためのフランジ面を有する部材等に適用することができる。また、スラスト軸受の軌道輪や転動体に適用できる。特に、スラストころ軸受の円筒ころや円すいころ等に好適に適用できる。
- 10 その他、対向する他の部品に対して転がり接触および滑り接触の少ない、とも一方の状態となる接触面を有する、あらゆる機械部品に適用することができる。

#### 実施例 1～3

外周に幅 10 mm の転がり接触面 51 を有する直径 60 mm  $\phi$  の試験円筒 50 (図 5 参照) を、軸受鋼 S U J 2 から施削、形成し、この試験円筒を、N H<sub>2</sub> を導入したガス浸炭雰囲気中で、825°C で 5 時間、焼入れし、さらに 160°C で 2 時間、焼き戻してガス浸炭窒化処理した後、転がり接触面を研磨した。

次に、上記試験円筒の転がり接触面を、下記の条件にてショットブラスト処理した後、バレル仕上げして、実施例 1～3 の試験円筒を製造した。

##### (ショットブラスト処理条件)

- 20 使用装置：エアーブラスト装置

加圧タンク圧力：4 kgf/cm<sup>2</sup> (0.4 MPa)

投射材：アルミナ (粒径 63～105  $\mu\text{m}$ )

処理時間：5 分間

##### (バレル仕上げ条件)

- 25 使用装置：遠心バレル研磨機

回転数：170 r. p. m

メディア：セラミック球 (直径  $\phi$  5 mm)

コンパウンド：粉末 (水添加)

処理時間：30 分間

次いで、各実施例1～3の試験円筒の転がり接触面の表面粗さを測定し、最大高さ $R_y$ を求めるとともに、減衰山高さ $R_{pk}$ と最大高さ $R_y$ との比 $R_{pk}/R_y$ を求めたところ、下記の表1に示すようであった。

表1

	$R_y$		$R_{pk}/R_y$		試験円筒	駆動輪
	軸方向	周方向	軸方向	周方向		
実施例1	2.3	1.4	0.03	0.04	損傷なし	損傷なし
実施例2	1.8	1.1	0.07	0.09	損傷なし	損傷なし
実施例3	3.0	2.5	0.06	0.07	損傷なし	損傷なし
比較例1	0.2	0.2	0.15	0.15	ピーリング	微小剥離
比較例2	1.0	0.2	0.05	0.12	ピーリング	微小剥離
比較例3	2.5	1.8	0.12	0.11	損傷なし	摩耗大
比較例4	7.3	8.7	0.03	0.04	くぼみ拡大	摩耗大

顕微鏡観察により得た画像を画像解析して、上記転がり接触面において、微小くぼみの開口が占める面積の比率を測定したところ、何れも5～20%の範囲にあった。

#### 比較例1～4

比較例1は、各実施例の製造方法のショットblast処理及びバレル仕上げに代えて、ラップ仕上げとして製造した試験円筒であり、従来品と同等の耐久性を

有する。

比較例2は、研磨の後、ショットblast処理を行わずにバレル仕上げして製造した試験円筒であり、研磨時に形成された周方向に延びる微小溝が残っている。

5 比較例3と4は、上記の実施例のものと同様の製造方法であるが、ショットblast処理及びバレル仕上げの条件を変更して製造した。

これら比較例1～4について、表面粗さを測定し、最大高さ $R_y$ を求めるとともに、減衰山高さ $R_{pk}$ と最大高さ $R_y$ との比 $R_{pk}/R_y$ を求めたところ、表1に示すようであった。

10 また、顕微鏡観察により得た画像を画像解析して、上記転がり接触面における、微小くぼみの開口の面積比率を測定したところ、比較例1と2は微小くぼみが存在せず、微小くぼみが存在する比較例3での微小くぼみの面積比率は20%、また、比較例4での微小くぼみの面積比率は30%であった。

#### 耐久性試験

15 図5を参照して、転がり接触面61が、周方向と直交する方向に半径30mmのR形状になっていること以外は、試験円筒と同様の寸法、形状を有すると共に、当該転がり接触面61が周方向に研削仕上げ（最大高さ $R_y = 3\mu\text{m}$ ）された、軸受鋼SUJ2製の駆動輪60を用意した。外輪に相当する試験円筒50と、カムに相当する駆動輪60を用いた模擬的な耐久性試験とした。

20 次に、この駆動輪60と、実施例、比較例の試験円筒50とを、それぞれの転がり接触面51、61同士が接触応力 $P_{max} = 2300\text{ MPa}$ で接触するようにセットし、潤滑油（タービン油ISO-VG32）を3cc/分の速度で滴下しつつ、回転速度1000r.p.m、すべり率0（純転がり）の条件で、 $1.2 \times 10^5$ 回、連続回転させた。なお、試験は試験円筒と駆動輪の回転による自然昇温を許容しつつ、室温下で行った。

そして、試験の終了後、試験円筒50及び駆動輪60の転がり接触面51、61を顕微鏡にて観察したところ、表1に示す結果を得た。即ち、

$R_y$ が $1 \sim 3\mu\text{m}$ で、且つ $R_{pk}/R_y \leq 0.1$ という条件（以下、条件Aという）を満たす実施例1～3では、試験円筒及び駆動輪の転がり接触面とも、損傷

が見られず、本願発明の効果が立証された。

これに対して、 $R_y$  及び  $R_{pk}/R_y$  の双方の値とも条件 A から外れる比較例 1 (従来品) では、試験円筒の転がり接触面にピーリングが発生し、また、駆動輪の転がり接触面にはピーリングに類似した微小剥離が発生した。

5 また、軸方向では条件 A を満たしているが、周方向では条件 A から外れる比較例 2 においても、試験円筒の転がり接触面にピーリングが発生し、また、駆動輪の転がり接触面にはピーリングに類似した微小剥離が発生した。これは、比較例 2 では、研磨時に形成された周方向に延びる微小溝が残っており、このような微小溝は、溜めた油を周方向 (回転方向) に流してしまうので、油膜形成能力が低  
10 くなるものと推察される。したがって、条件 A は、方向を特定せずに満たされて  
いることが好ましいことが判った。

また、 $R_y$  の値に関する条件は満たすが  $R_{pk}/R_y$  の値に関する条件が満たされていない比較例 3 においては、試験円筒の転がり接触面に損傷は認められなかったが、駆動輪の転がり接触面の摩耗が顕著であった。したがって、 $R_{pk}/R_y$  の値に関する条件を満たしているか否かのみが異なる、実施例 1 とこの比較例 3  
15 との比較において、 $R_{pk}/R_y$  の値に関する条件の重要性が確認された。

また、 $R_{pk}/R_y$  の値に関する条件は満たしているが、 $R_y$  の値に関する条件が大きく外れる比較例 4 では、試験円筒の転がり接触面で微小くぼみの拡大がみられ、また、相手方の駆動輪の摩耗が激しかった。

請求の範囲

1. 対向する他の部品に対して転がり接触及びすべり接触の少なくとも一方の状態となる接触面を有する機械部品において、  
上記接触面に互いに独立した多数の微小くぼみが形成され、
  - 5 上記接触面に垂直な平面で上記接触面を切断して得られる粗さ曲線から、基準長さだけ抜き取られた部分における最大高さ  $R_y$  が  $1 \sim 3 \mu\text{m}$  であり、  
上記抜き取られた部分に関する負荷曲線に基づいて得られる減衰山高さ  $R_{pk}$  が、上記最大山高さ  $R_y$  との間に、 $R_{pk}/R_y \leq 0.1$  の関係を満たすことを特徴とする。
  - 10 2. 上記最大高さは、上記抜き取られた部分の最高山頂を通り且つ上記抜き取られた部分の平均線に平行な直線と、上記抜き取られた部分の最低谷底を通り且つ上記平均線に平行な直線との間の距離で定義され、  
上記負荷曲線は、上記抜き取られた部分の平均線に平行な所定のレベルの直線で粗さ曲線を切断した場合に、その切り取る線分の長さの総和と上記基準長さとの比で定義される負荷長さ率を横軸とし、上記直線の切断レベルを縦軸として表され、  
上記減衰山高さ  $R_{pk}$  は、第 1 及び第 2 の点を結ぶ線分を底辺とし縦軸上に頂点を有する直角三角形の高さで表され、  
上記第 1 の点は、上記負荷曲線上で横軸方向に沿って 40% の間隔を持つ第 3 及び第 4 の点を、両者のレベル差が最小となるように設定した場合に、上記第 3 の点と第 4 の点を結ぶ直線が縦軸と交わる点であり、  
上記第 2 の点は、上記第 1 の点を通り且つ横軸に平行な直線が上記負荷曲線と交わる点であり、  
上記直角三角形の面積は、上記第 1 及び第 2 の点を結ぶ上記線分、負荷曲線並びに縦軸で囲まれる部分の面積に等しい面積を持つことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の機械部品。
  - 25 3. 上記接触面の全面積に対して、上記微小くぼみの開口面積が占める割合は、5 ~ 20% である請求の範囲第 1 項記載の機械部品。
  4. 上記接触面の全面積に対して、上記微小くぼみの開口面積が占める割合は、

5～10%である請求の範囲第1項記載の機械部品。

5. 上記接触面は転がり接触面からなり、上記粗さ曲線は上記転がり接触面の転がり方向に沿って抽出されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の機械部品。
5. 6. 上記接触面はすべり接触面からなり、上記粗さ曲線は上記すべり接触面のすべり方向に沿って抽出されたものであることを特徴とする請求の範囲第1項記載の機械部品。
7. 浸炭窒化処理された高炭素鋼系材料からなり、上記接触面に表面処理が施されていることを特徴とする請求項1記載の機械部品。
10. 8. 上記表面処理は、接触面を粗くするためのショットblastと、ショットblast処理により粗くされた接触面の粗さを整えるバレル仕上げとを含むことを特徴とする請求の範囲第7項記載の機械部品。

15

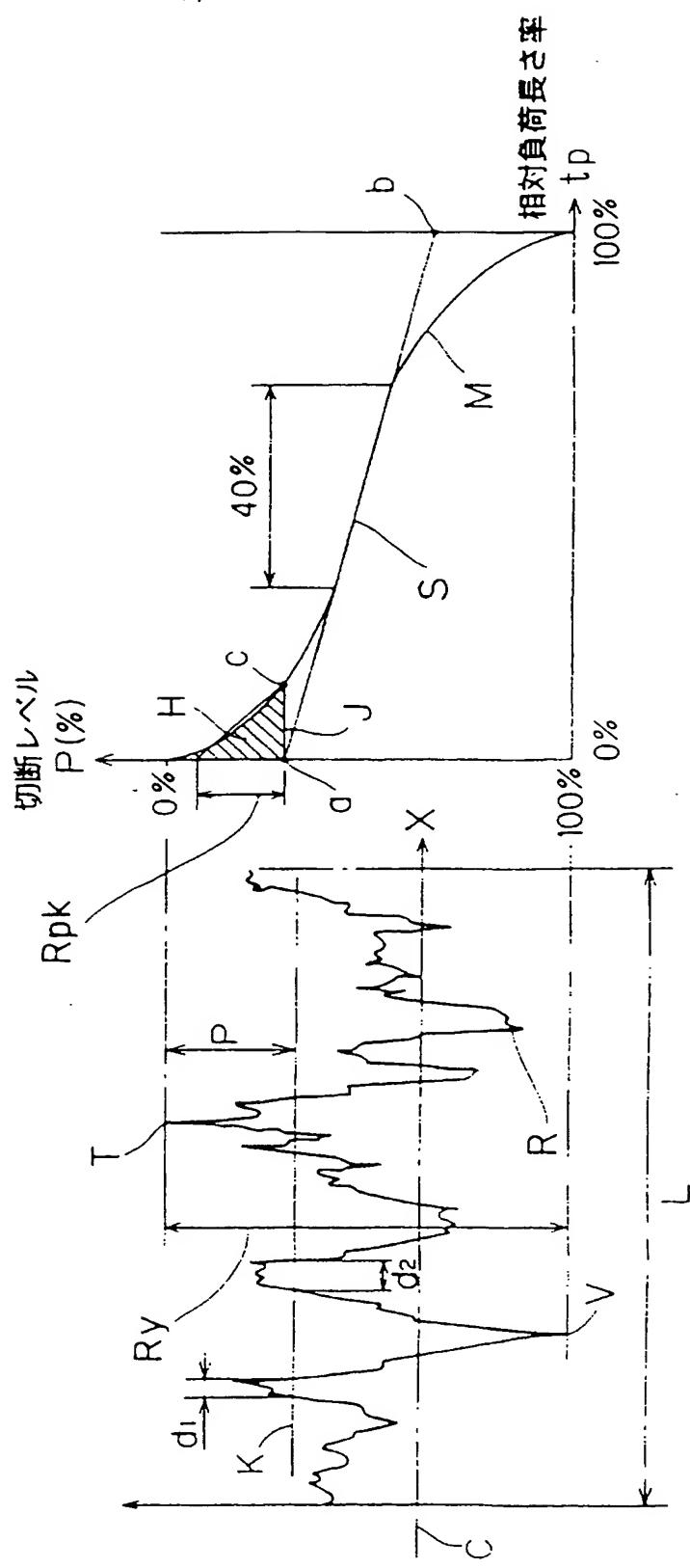
20

25

1/5

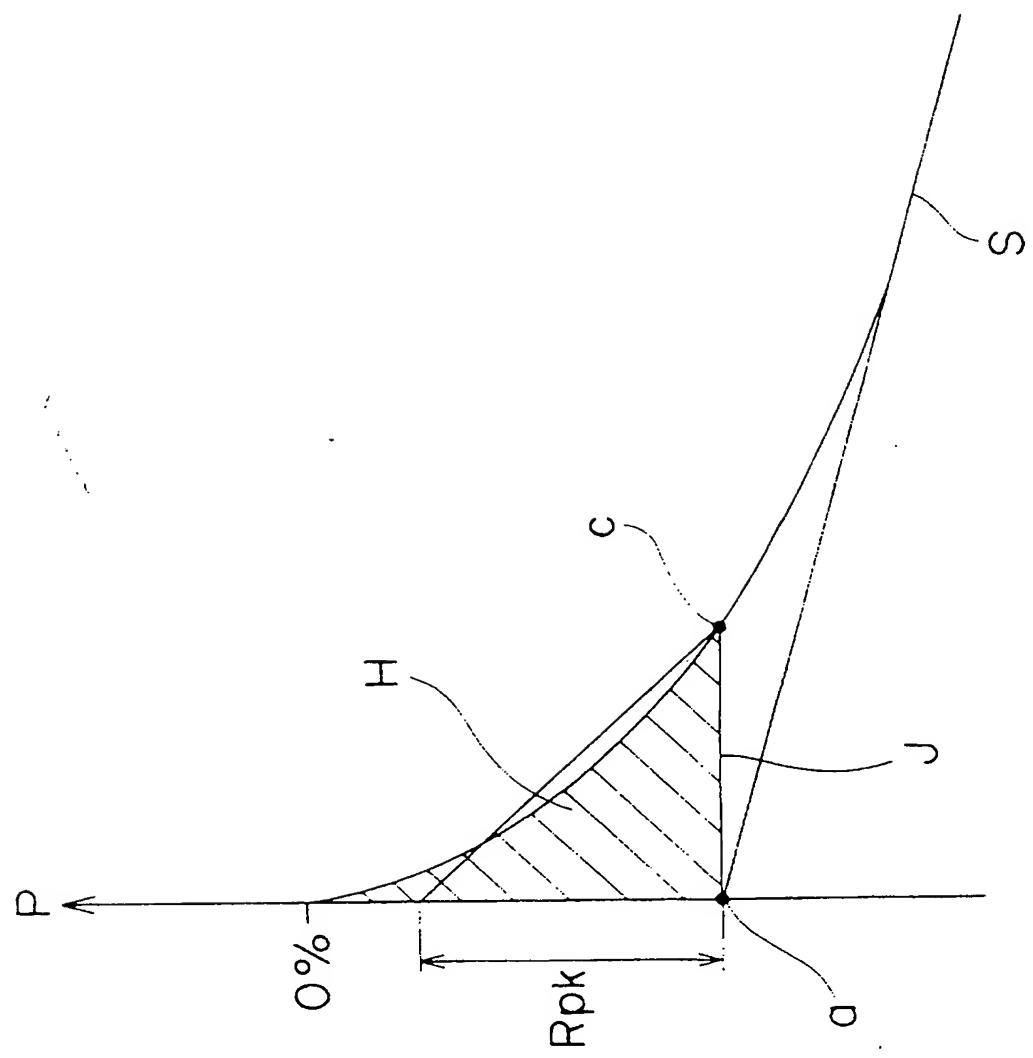
FIG. 1 A

FIG. 1 B



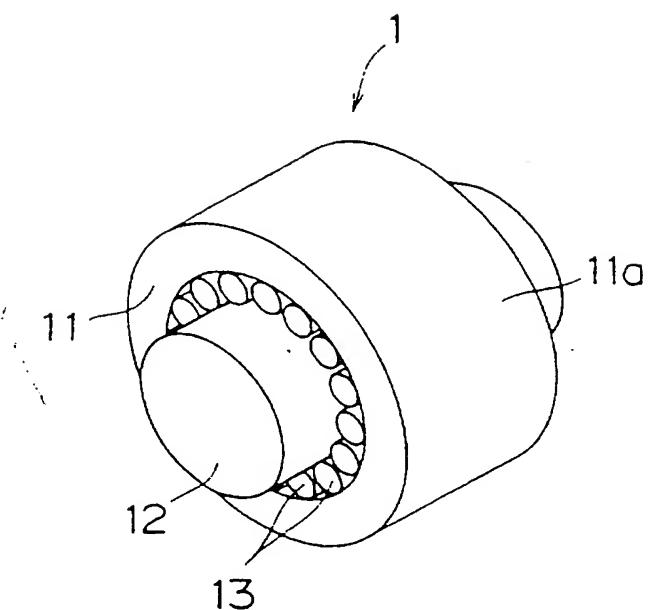
2/5

FIG. 2



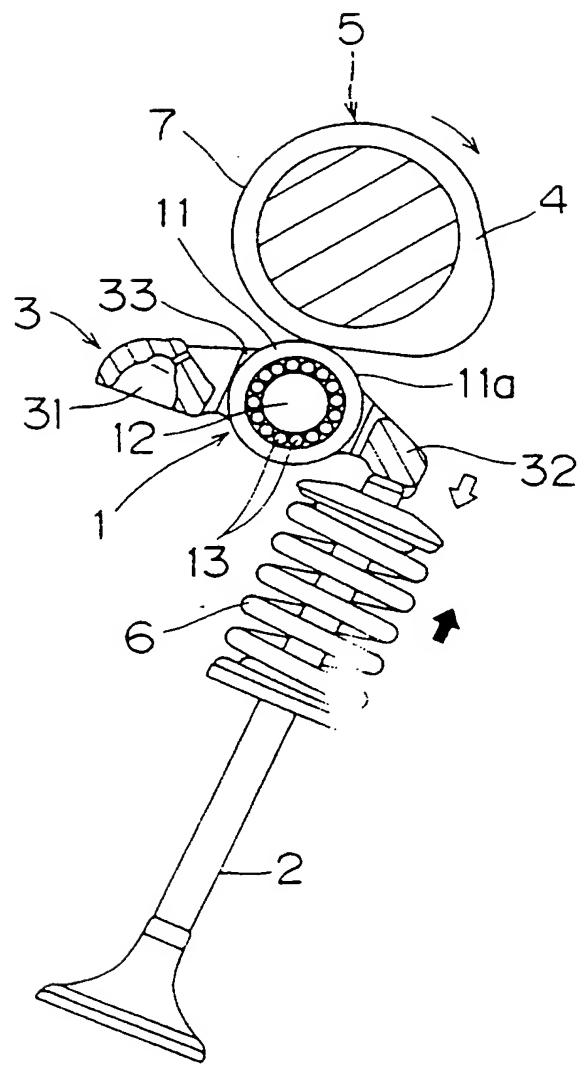
3/5

F I G. 3



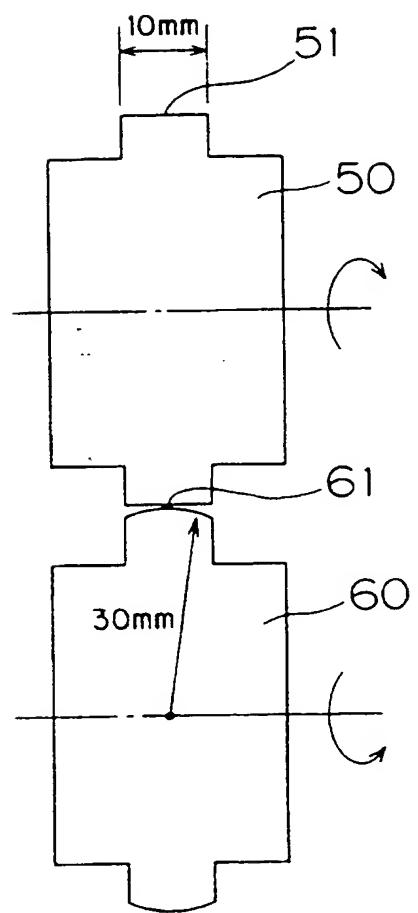
4/5

F I G. 4



5/5

FIG. 5



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/03391

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> F16H53/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> F16H53/06, F16C33/06, 33/32, 33/34, 33/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1995
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1995

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 3-172608, A (NTN Corp.), July 26, 1991 (26. 07. 91) & US, 5064298, A & GB, 2238584, A & DE, 4037734, A & FR, 2655100, A	1 - 8
A	JP, 6-50344, A (NSK Ltd.), February 22, 1994 (22. 02. 94)	1 - 8
A	JP, 7-42743, A (NSK Ltd.), February 10, 1995 (10. 02. 95) & US, 5456538, A	1 - 8

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

February 18, 1997 (18. 02. 97)

Date of mailing of the international search report

February 25, 1997 (25. 02. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(I.P.C.))  
Int. c1' F 16 H 53 06

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(I.P.C.))  
Int. c1' F 16 H 53 06 F 16 C 33 06 33 32 33 34 33 58

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1995年  
日本国公開実用新案公報 1971-1995年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
A	JP, 3-172608, A (エヌティエヌ株式会社) 26, 7月, 1991 (26: 1-8 07, 91) & U.S. 5064298, A & GB, 2238584, A & D E, 4037734, A & FR, 2655100, A	
A	JP, 6-50344, A (日本精工株式会社) 22, 2月, 1994 (22: 62: 1-8 94)	
A	JP, 7-42743, A (日本精工株式会社) 10, 2月, 1995 (10: 02: 1-8 35) & U.S. 5456538, A	

C欄の続きにも文献が例挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「I」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」図頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 02. 98

国際調査報告の発送日

25.02.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA / J.P.)

郵便番号 100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

三 二 二 印

3 J 1 7 5 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.